

國小學生在網路化問題解決活動的創意思考歷程之探究

張玉山

摘要

本研究旨在探討國小學生在網路化問題解決活動的創造歷程中，創造思考歷程的特性。本研究以 Isaksen 及 Treffinger 的理論為基礎，以「情境描述、蒐集資料、重新發現問題、引導分析、創意構思、評選方案、方案形成、製作與發表」八個活動階段，建構網頁。本研究以花蓮縣兩位國小教師與 125 位四年級學生為對象，進行「創意電動車的設計與製作」的網路化問題解決教學活動。以學生訪談、教師訪談、及網路活動資料(留言板的發言內容，以及線上繪圖板的作品與討論內容)進行資料分析及三角檢證。經分析後發現，學生在本活動中的主要創意思特色包括：能充份提出新構想，較少討論創意構想；能將網路資源應用到創意歷程；有延伸式與原創式的創意發想方式；較能使用比喻的創思技法。較弱的地方包括實作經驗不足；偏重創意構想的可行性，而非創新性；較不會彙整資料與創意點子；材料取用的方便性會影響創意決策。本研究並提出教學與後續研究之相關建議。

關鍵字：創造力、創意歷程、問題解決、網路化、生活科技

A study on creativity processes of web-based creative problem solving in elementary schools

Abstract

The purpose of this study was to discuss creativity processes of web-based creative problem solving in elementary schools. Based on Isaksen & Treffinger's creative thinking theories, main steps of web-based problem solving were discussed systematically. Those were mess finding, data finding, problem finding, problem analyzing, idea finding, solution finding, acceptance finding, and producing and presenting. A web site was developed and a web-based problem solving activity was designed for grade-4 students, who were asked to design and produce creative electric model cars. There were 125 grade-4 students participating in this instructional experiment. For purposes of triangulation, data were collected from surveys, interviewing, and discussing boards on the web. According to findings, characteristics of creative thinking were: 1.students proposed more new ideas rather than discussed and integrated; 2.students could apply information on the web to form creativity; 3.students got used to referring other's ideas or addressing new ones by themselves; 4.metaphor and analogy were methods most used; 5.lack of practical experiences showed constraint on students creativity; 6.students put more emphasis on feasibility than on novelty. In addition, recommendations of instruction and research were proposed as well.

Keywords : creativity, creativity process, problem solving, web-based learning, technology education

壹、前言—研究背景與研究目的

科技發展及社會變遷的迅速，使人們不斷面臨嶄新的問題。即使是曾經出現過的問題，也因需求與期望的不同，而需要新的解決方法。創造力(creativity)也因此顯現其重要性。尤其在當前日趨複雜的知識社會中，也必須將問題解決能力視為一種基本能力(Markham & Lenz, 2002; Visser, 2003)。換句話說，一般性的、制式的問題解決將不能滿足所有情境，另一種強調創意，強調與眾不同的解決方案，已受到更多的重視與迫切需要。因此，創造性的問題解決(creative problem solving, CPS)，或是在問題解決過程與結果當中，展現出來的創意，益發顯得重要。

問題解決能力是指個體運用邏輯思考及擴散思考能力，來解決問題的能力。因為新的問題情境常常是陌生與未知，所以問題解決是一種高層次的心智活動(Hunt, 1994)。Blumenfeld、Soloway和Marx指出，課堂上所有的學習活動是由問題來組織與引導，活動最後會有成果或具體的成品產出，這是整個教學活動最高點(劉佩雲及簡馨瑩譯，2003)。這種專題(或方案)所開展的學習活動(project-based learning)，肇始於方案裏的「問題」，可以使教學活動更加有意義。而透過問題導向的問題解決教學，就是利用問題，來引起學生的好奇心與挑戰性，進而提高學習的主動性與積極性。

在另一方面，隨著網際網路的普及，許多有關透過網路以提升學習成效的研究逐漸蓬勃發展，網路在問題解決教學的應用，也受到越來越多的重視(Wheeler, Waite & Bromfield, 2001)。正因網路資料的多元、豐富、迅速等特性，在創造性問題解決的學習中，可能對學生的創意思考歷程，產生不一樣的影響，因此，本研究旨在探討國小學生在網路化生活科技問題解決活動中，各階段的創意思考特性。因此，本研究的研究目的包括以下三項：

- 1.設計一個網路化的國小生活科技問題解決創新活動單元
- 2.探討學生在活動各階段的創造思考表現特性
- 3.探討學生在活動各階段的創造思考困擾

貳、文獻探討

一、創造歷程與創造思考

Wallas 所提出的創造歷程包括「準備期、醞釀期、豁朗期、驗證期」，此一觀點已普遍受到國內外相關研究學者專家的認同(陳李綢及郭妙雪，1998)。再根據Amabile (1996)的創意成份理論，創造的歷程包括「問題或任務確認、準備、產生回應、有效反映與溝通、及產出」五個主要的步驟，可作為本研究的理論基礎。

1. 問題或任務確認：主要在接收來自外部的刺激與內部刺激。及覺知階段。
2. 準備：建立並回憶相關資訊，以及回應的規則(與系統)。即知識連結階段。
3. 產生回應：蒐尋記憶與眼前環境，以產生可能的回應。即產生新構想的階段。
4. 有效反映與溝通：對照真實的知識與其他規準，以測試反應的可能性。即探索與測試階段。
5. 產出：目標的達成、部份達成，或是失敗。產出的結果，將使創造活動告一段落，或是重複其中的若干步驟。

在創意歷程中，認知的運作從未間斷。創造性的認知主要著重在衍生與推論。在衍生與推論的過程，也是一般人的心智運作，其結果符合了創造性產品的雙重標準：即嶄新與實用；這些過程包括以下六項：(李乙明及李淑貞譯，2005)

1. 從記憶中取回存在的認知結構。
2. 在這些結構中形成簡單的連結或組合。
3. 綜合新的結構。
4. 將存在的結構轉化成新的形式。
5. 類比傳遞不同領域的訊息。
6. 將存在的結構在概念上簡化為更原始的元素。

尤其在外顯創造性成果的內在先驅----「前創造結構」中，更顯示創意認知的主要歷程，包括視覺化、具體到概念化、混合、舉例、模式化、及組合共六項(李乙明及李淑貞譯，2005)。Shadinger (2004)整理Finke et al.(1992)等觀點指出，創

造性認知的歷程包括衍生(generation)、探索(exploration)兩大認知活動。從表1的內容可以看出，衍生思考較屬於擴散性思考，而探索思考則較強調可行與機能性的聚斂思考。

表 1 衍生模式中的創造性認知歷程

階段	認知歷程
衍生	取回知識 連結、類推轉換 綜合、精簡類別 轉變
探索	概念的詮釋、功能的推論 背景系絡的改變 發現屬性、測試假設、尋找限制
以上兩者皆有	理解、記憶扭曲與曲解、洞察、潛伏、異類元素間的活化

(資料來源： Shadinger，2004)

除了創意認知的歷程之外，Amabile(1996) 在創意成份理論中指出，有關創造力關係技能的內涵，主要包含適切的認知型態、產生新構想的啓發性知能、以及誘導式的工作型態。其中，適切的認知型態是指能夠理解錯綜複雜的事物、或在問題解決過程中能夠有破除成規的能力。以下幾項認知型態的特徵，都與創造力息息相關：(1)破除知覺成規；(2)破除認知成規；(3)理解錯綜複雜的事物；(4)儘可能使回應能力延長；(5)暫時取消判斷；(6)使用廣泛的種類；(7)正確的記憶；(8)破除制式的表現；(9)創意性的接收。

因此，創意思考的研究課題，可以從以下方向加以思考：

1. 創造思考的歷程：發現事實、發現問題、發現構想、發現解答、及發現接納。
2. 創造思考的認知歷程：取回知識、連結、類推轉換、綜合、精簡類別、轉變、探索與測試等。
3. 創造思考的認知型態：在知識與資訊的覺知(接收)、理解、判斷、回應、應用、記憶等程序中，表現出有利於創意表現的特徵與傾向。

4. 創造思考的技術：腦力激盪、類推、假設式分析、另類思考、屬性列表、隨機字詞等。

二、問題解決與創造性問題解決

在心理學上，大家普遍接受的解題運思包括五個步驟：覺知問題的存在、瞭解問題的本質、結合相關的訊息、形成和執行解答的方法，以及評量解題的方法(李咏吟，1998)，在過程中，陳述性知識(declarative knowledge) 和程序性知識(procedural knowledge)對問題解決能力影響較大(李咏吟，1998)。

張俊彥(2006)以科學教育為例，進行教學實驗後發現，觀察技能、資料詮釋、提出假設等三項科學程序能力(science-process skills)有密切關連，而問題解決能力較佳的學生，在問題解決各階段的表現，也會比較好。其進一步在數位學習環境中的實驗結果顯示，學科知識、推理技能、及態度是科學問題解決的三項重要成份(張俊彥，2006)。

再者，問題解決的教學，就是希望學生能成為有效的問題解決專家，從解決問題的生手變成專家(王春展，1997；郭美辰，2002)，「以專家為目標，培養學生問題解決能力」就是具體的問題解決教學目標，這些專家能力包括以下三項：1. 先備知識，描述性知識、程序性知識、解題經驗、系統性組織訊息的能力。2. 問題表徵能力，重視問題的核心，而不是表現意義；善用不同媒材來呈現問題；有效合適的問題空間。3. 解題策略，迅速尋找有效的解題方法；後設認知與類比推理能力佳；解題效率佳。

經彙整李永吟(1998)、張俊彥(2006)、王春展(1997)、郭美辰(2002)等的看法，特定學科領域問題解決能力的關鍵能力應該包括(1)學科知識能力(2)問題表徵能力(3)解題策略的能力(4)相關的態度。

此外，如果從教學的角度來看，問題解決教學的重要原則，包括以下七項(Cyert,1980; Gagne,1985; Polya,1973)：

1. 保留問題的大圖像，但未失去重要細節。
2. 藉由圖形、影像、符號或公式去重述問題、創造問題、簡化問題、細化問題。
3. 嘗試改變問題的空間，或是提出反向答案。

4. 保持正確方向的線索，並在必要時組合。
5. 採取比較法或比喻法。
6. 介紹思考技巧的教學。
7. 回憶過去的類似經驗。

創造性問題解決最原始的意義，係指將創造力應用在問題解決程序中(Isaksen & Trenffinger, 2004)，步驟係由Alex Osborn所提出「定向、準備、分析、假設、潛伏、綜合、驗證」最爲明確，歷經五十餘年，有許多改版與調整，如表二所示。簡單地說，和一般的問題解決比較起來，強調創造力與創新能力的創造性問題解決，則以問題解決程序爲基礎，在創造性問題解決的模式中，特別強調混亂狀況的描述，即問題的發現(Isaksen & Trenffinger, 1984; Stanish & Eberle, 1997)，鼓勵學習者從不同的角度來發現問題、定義問題與呈現問題。

表二 創造性問題解決模式的代表性演進

版本	提出學者	年代	重點
1	Alex Osborn	1953	定向、準備、分析、假設、潛伏、綜合、驗證
2	Noller, Parnes, & Biondi	1976	問題敏覺、混沌或目標、發現事實、發現問題、產生構想、產生方案、尋求接受(規劃)、行動、面對新挑戰
3	Isaksen & Treffinger	1985	問題敏覺、發現混沌、發現資料、發現問題、發現構想、發現方案、尋求接受、面對新挑戰
4	Isaksen & Treffinger	1992	瞭解問題(發現混沌、發現資料、發現問題)、產生構想(發現構想)、行動規劃(發現方案、尋求接受)
5	Isaksen, et.al.	1992	瞭解問題、產生構想、行動規劃
6	Isaksen, Darvaki, & Treffinger	2000	瞭解挑戰(建立機會、形成問題、探求資料)、設計程序--產生構想(產生構想)、規劃進路--準備行動(發展方案、建立可行性)，並且隨時進行評估

(資料來源：修改自Isaksen & Treffinger，2004)

三、網路化學習的特性

當前的網路學習環境，具有以下三項特點，包括(Hackbarth，1997)：1.網路提供了快速而經濟的搜尋方式，可供線上搜尋人物以及各類型式的資料。2.網路快速更新的特質，使得網路的內容相較於其他媒體更為豐富且新穎。以及 3.網路可以使個人(老師或學生)的作品與世界各地的其他人共同分享。在這樣的多元化、豐富化、快速取得資源的網路環境下，網路教學遂有以下三項基本特性：1.

學習者可以隨時自行瀏覽全球網路上的教材；2.學習者可透過網路環境，自行建構知識；3.教師的角色轉換成一個領導者身份，引導學生在網路環境中尋找知識(溫嘉榮，1999)。因此，在網路環境下所建構的問題解決學習活動，將可以充份利用網路資源豐富與互動便利的特性，提供學習者更好的問題解決環境(Bhattacharya, 2004)。

在教室中激發創造力是教師的主要職責，無論學生智育成績的高低，其創造思考能力皆是可培育的，只要教師能夠提供適切的情境，學生皆能獲得相關的技巧與知識(Wheeler, Waite & Bromfield, 2001)。創造的能力在實務應用的情境中最能予以增強，而資訊傳播科技(ICT)能夠提供學生立即「動手做」(hands on)的機會，並使學生感覺自己能夠控制自我的學習(Wheeler, Waite & Bromfield, 2002)。資訊傳播科技運用在培養學生創造力的模式可如下圖1所示，社會互動、問題解決和創造性認知等三項活動模式(activity modes)與創造性行為最密切相關，透過社會互動、問題解決和創造性認知三者的融合與轉換(transformation)，將可產出創意的行動。

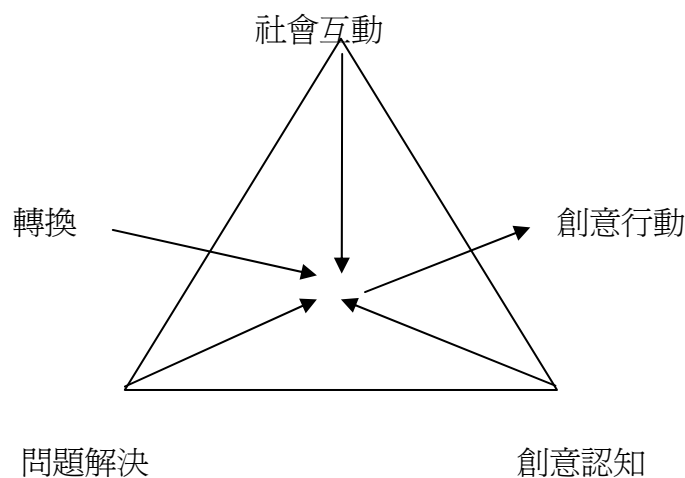


圖1 創造性的使用資訊傳播科技之模式
(資料來源：Wheeler, Waite & Bromfield, 2001)

四、網路化問題解決與創造思考歷程

網路化問題解決係將網路環境與資源，應用到問題解決上面(Laporte, 2001)。

依照應用的程度不同，而有多種網路化問題解決的模式。網路化問題解決包括專業性與教育性兩種。專業性的網路化問題解決集結眾多領域專業人士，共同討論與解決問題，例如美國NSF所贊助開發的「偏微分方程」問題解決平台即是(Weerawarana, Houstis, & Rice, 2007)。而教育性的網路化問題解決的目標，則在促進學生的問題解決能力與專業能力，例如南佛羅里達大學所發展的「化工網路化問題解決平台」(Chemical Engineering Web Based Problem Session)就是典型的例子(Cular, Joseph, & Bhethanabotla, 2007)，其設計原理均以結構性問題及非結構性問題為基礎，來激發學生聚斂性問題解決與擴散性問題解決能力(Kelly, 2007)。因此，在網路化問題解決中，最主要的特色在於利用電腦的運算、模擬、繪圖等功能，結合網際網路的廣泛資料來源，加上遠端人力資源(專家)的互動，達成問題的解決，或是培養專業能力與問題解決能力，但較少以創造力激發為目標的設計。

在科技教育領域的網路化問題解決中，因為軟體的發展，學生可以在網路上模擬機械結構，繁複的繪圖、設計、與修正程序也獲得電腦的協助，減輕學生的負擔，大大提高學生的學習興趣。但是過度虛擬的結果，卻引發缺乏實作的問題(Laporte, 2001)。因此，如何在網路化問題解決活動中，同時使實作能力與實作經驗獲得強化，將是另一個重點。

由於創造性問題解決的教學，係以發現困惑(mess finding)、發現資料(data finding)、發現問題(problem finding)、發現點子(idea finding)、發現解答(solution finding)、尋求接納(acceptance finding) (Isaksen & Trenffinger, 1984; Stanish & Eberle, 1997)六大步驟較為完整，並具有代表性。基於創造力培養的需要，宜在構思前段，加入創意思考的引導(利用型態分析法，引導學生分析的方向)，以彌補前述創意激發的不足，而成為：1.混亂狀況的描述、2.搜集資料、3.發現問題、4.引導分析、5.構思、6.評選方案、以及7.方案形成，共七大步驟。Isaksen 和 Trenffinger (2004) 從聚斂面與擴散面來分析創造性問題解決的創意認知與思考，如圖2所示。本研究根據此一理論，發展各階段活動的聚斂性與擴散性創意行為觀察重點。

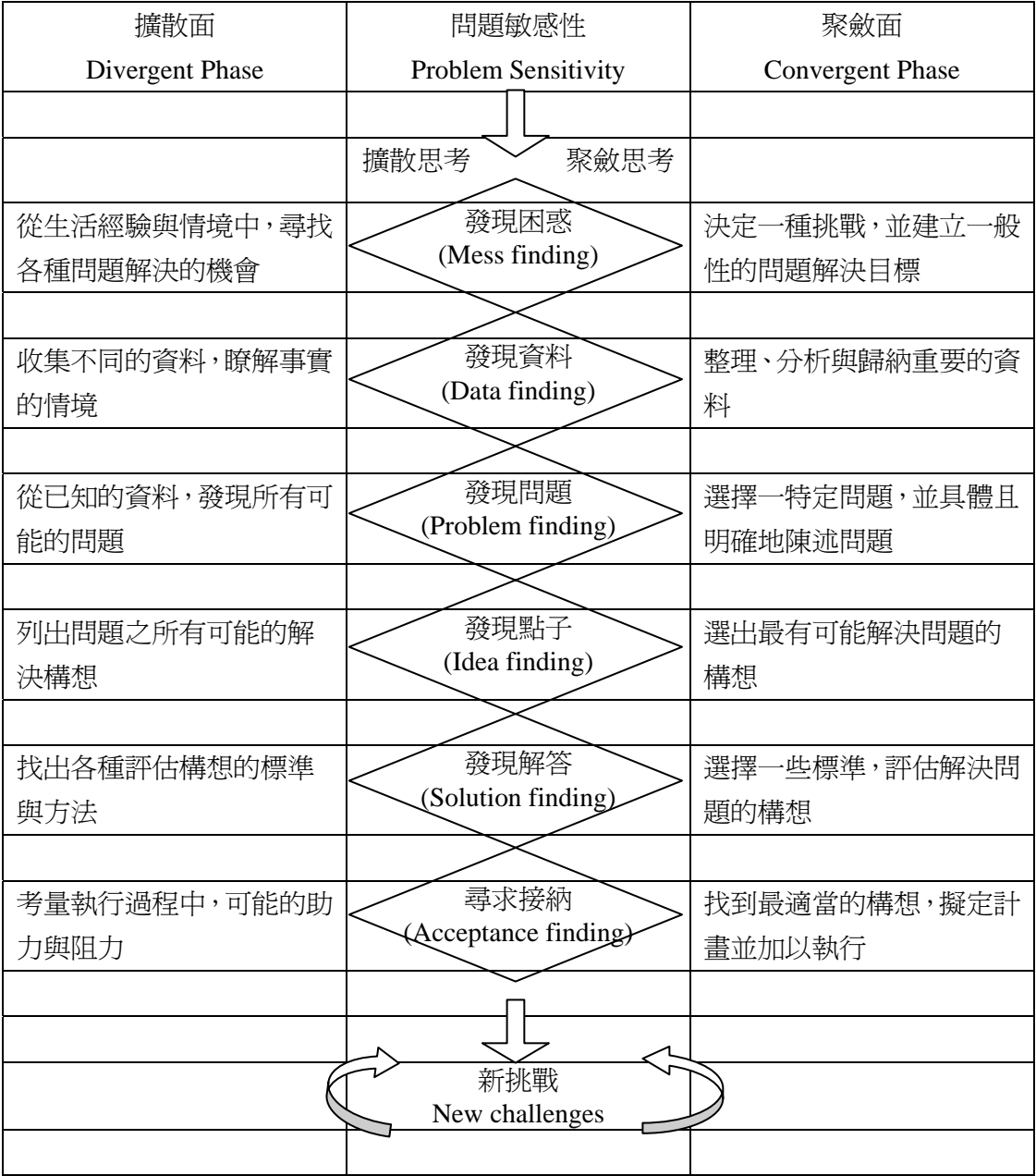


圖 2 創造性問題解決的擴散與聚斂思考
(資料來源：Isaksen & Treffinger, 2004)

參、研究設計

一、研究方法

本研究旨在探討國小學生在網路化生活科技問題解決活動中，各階段的創意思考特性，因此，本研究以半開性訪談為主要的資料蒐集方法。由於本研究的目

的在探討學生在活動各階段的創造思考表現特性，以及創造思考的困擾，不在作效果的比較或驗證，並未強調網路化問題解決教學與其他教學形式的成效比較，所以沒有規劃實驗組與控制組的設計。

二、研究的對象

為求教學實驗能準確進行，教學實驗教師的配合度與專業性為選擇的主要考量。因此，本研究以研究群所任教與輔導之花蓮縣兩所國小為研究對象，共選取四個四年級班級，共計兩位教師及 125 位學生參與教學實驗。

此外，本研究針對網路化創造性問題解決的學生，進行訪談，以瞭解學生在網路化問題解決教學中，創造思考的歷程，以及可能會遇到的問題。這些受訪學生的選取，主要以立意抽樣的方式，選取創意表現較佳的學生，針對創造性問題解決各階段任務，進行半開放訪談。

三、研究工具

(一)、網頁設計

本研究旨在探討國小學生在網路化生活科技問題解決活動中，各階段的創意思考特性。根據文獻探討的結果，規劃網站的架構，並以國小四年級的「創意電動車設計與製作」為主題，設計一個網路化問題解決教學網站。主要的網頁介面包括：

1. 故事情境(flash 動畫)。
2. 蒐集資料，包括舊經驗討論(asp 留言板)、必要知識探索(flash 動畫)、知識分享(asp 討論區)、更多知識(資源網頁連結)、新知分享(asp 討論區)。
3. 發現問題，多方向注意到問題(flash 互動網頁)。
4. 引導分析，多方向觀察與分析(flash 互動網頁)。
5. 創意構思，包括創思訓練(flash 動畫模擬)、及腦力激盪(asp 討論區)。
6. 評選方案，決定規準再評選方案(討論區)。
7. 方案形成，構想表達與程序規劃(flash-asp 線上繪圖板及 asp 討論區)。
8. 製作與發表，包括實作、線上展示與分享(圖文網頁與 asp 討論區)。



本研究委請三位學者及三位專家共六位，進行網頁評鑑。參與評鑑學者專家，均為大學教授，並在上述專業領域中，擔任行政院國家科學委員會研究專案主持人職務者。有實務經驗的專家則是對網路化教學、創造力教學有實務經驗的國小現職教師。

專家評鑑的項目係針對問題解決程序的適切性，主要是以建構學習、問題導向學習、網路化創造性問題解決為基礎，所彙整的檢核重點，進行五等第的評量。評分表共有十三個項目(張玉山，2006)，各項得分平均數多在 4.0 以上，如表 3 所示。但在「2.喚起回憶、5.提問、9.創思練習」三方面需要做加強與調整。

在專家評鑑與修正後，並在新竹縣的一所國小進行試探性的實驗，確認其可行性。

表 3 網路化問題解決教學程序的適切性

問題內容	同意程度 平均數(標準差)
1.學習內容難易適中.....	4.0(1.0)
2.充份讓學生回憶(喚起)過去的相關經驗.....	3.7(0.58)
3.適切地引導學生分析問題(將問題切成數個小問題)...	4.3(0.58)
4.先提供情境式的開放性問題.....	4.3(0.58)
5.充份利用提問使學生注意教材重點.....	3.0(0)
6.完全沒有提供自學(獨立個別學習)的機會.....	4.3(0.58)(負向計分)
7.組員間有良好互動機制(發表與討論).....	4.3(1.15)
8.可以學習蒐集網路資料.....	4.0(0)
9.根本沒有介紹與練習創思技術.....	3.3(0.58)(負向計分)
10.組員可以充份地進行創意腦力激盪.....	4.0(0)
11.組員可以共同評選方案.....	4.7(0.58)
12.可以將方案加以具體化(完成設計的計畫書).....	4.3(0.58)
13.有適切的成果發表與欣賞活動.....	4.7(0.58)
	4.1(.07)

(二)、訪談架構表

本研究根據文獻探討的結果，採用「問題敏感性、發現困惑、發現資料、發現問題、發現點子、發現解答、尋求接納、新挑戰」的創造性問題解決模式，規劃創造性問題解決活動網站的架構包括「描述混亂狀況(情境動畫、動動腦、暢談舊經驗)、蒐集資料(暢談舊經驗、常用連結、動畫教學、新知識分享)、發現問題(發現問題)、引導分析(引導分析、留言板)、構思(創意構思練習、創意構思留言板)、評選方案(評選討論)、方案形成(方案形成)、製作與發表(線上作品欣賞、討論及心得發表)」。訪談架構即以這些階段性的問題解決活動中，瞭解學生的創造性思考表現(包括擴散性與聚斂性思考)(張玉山，2006)，項目如表 4 所示。

表 4 網路化創造性問題解決活動過程的觀察與訪談重點

網路化的創造性問題解決活動	WEB-based CPS 的主要機能	預期的學生反應 (觀察的重點)	
		擴散性 (與獨創性、奇特性有關)	聚斂性 (與機能性、精緻性有關)
1. 描述混亂狀況【情境動畫、動動腦、暢談舊經驗】	1-1 多媒體畫面觸動 1-2 討論區學生的舊經驗	1-1 會從畫面中，更清楚瞭解問題 1-2-1 會從畫面中，注意到(找到)不同的癥結點 1-2-2 會在討論區中，提到較多或較不一樣的相關經驗	1-1 發現最重要的問題癥結 1-2 知道那些經驗是重要的、應該參考的
2. 蒐集資料【暢談舊經驗、常用連結、動畫教學、新知識分享】	2-1 從動畫教學中，有效學習專業知識 2-2 從網站資源中，廣泛尋找資源 2-3 分享區裏分享新知	2-1 學生會更專心學習，注意到細節 2-2 從常用連結中，找到更多或更不一樣的新知識、圖片等 2-3 在分享區裏提出多種新知	2-1 注意到不完整的細節 2-2 將網路資料，歸納出結果(結論) 2-3 在分享區裏激盪新知(討論歸納出結果)
3. 發現問題【發現問題】	3-1 提供思考問題的方向(向度)	3-1 思考問題的方向比較多種，例如輪子、車體、機能等	
4. 引導分析【引導分析、留言板】	4-1 提供思考線索 4-2 問題核心的討論	4-1 瞭解、提出問題的核心 4-2-1 凝聚更多問題的核心 4-2-2 激盪出不一樣的問題核心	4-1 具體地指出問題 4-2 統整出一個(或幾個)問題的核心
5. 構思【創意構思練習、創意構思留言版】	5-1 提供創意設計的練習機會 5-2 提出創意點子	5-1 專心操作練習介面 5-2-1 提出自己的點子 5-2-2 提出特別的點子 5-2-3 提出很多點子 5-2-4 以不同的認知模式來產生點子(引用、比喻等)	5-2 提出的構想，具有可行性
6. 評選方案【評選討論】	6-1 充份地討論評選構想	6-1-1 設計構想的討論，會比較深入 6-1-2 設計構想的討論時間，會延續較久	6-1 提出評選方案的標準(例如造形的獨特性)

表 4 網路化創造性問題解決活動過程的觀察與訪談重點（續）

7. 方案形成【方案形成】	7-1 外形的設計 7-2 製作方法的討論	7-1-1 他人設計作品會正面影響自己的設計 7-1-2 他人設計作品會激發自己不同的構想 7-2-1 提出的材料較多樣 7-2-2 提出的製作程序較完整	7-2 提出的材料，具有可行性(易取得.易加工.便宜) 7-3 製作程序具有可行性
8. 製作與發表【線上作品欣賞、討論及心得發表】	8-1 實物製作 8-2 網上作品展示 8-3 欣賞 8-4 針對創意設計的討論	8-2 發現自己作品的優點缺點 8-3 發現他人不同的創意 8-4 討論如何增加設計的創意	8-1-1 會上網討論製作過程中遇到的問題 8-1-2 會持續討論不同的解決方法

四、資料蒐集

本研究資料的蒐集工具方法包括訪談及網頁資料。訪談資料由前述開放性訪談架構中，引導受訪者陳述其活動歷程與感想。網頁資料則由學生在網頁的討論區及留言板的發言內容為主。

五、資料處理

本研究將訪談資料及網路討論內容以歸納式分析(inductive analysis)進行處理。首先以完整語意的段落，訪談紀錄加以編碼，研究者以開放的態度(Seidman, 1991)，將各段落分編到各類項中。建立初步研究發現，並尋找是否有反面資料(吳芝儀及李奉儒譯，1995)。在建立初步的研究發現後，並以所有的研究事例，進行「再檢核」(reexamination)，確定沒有負面例證之後，分析的程序才算結束(Bowen, 2006; Bitsch, 2005)。

至於網路繪圖板的塗鴉與設計作品，則以共識評量技術(consensual assessment technique, CAT)(Baer, Kaufman, & Gentile, 2004)的原理，透過研究小組成員獨立評判，獲取一致看法，作為評定的結果。

六、信效度

在本研究中，主要以一致性檢核(consistency check) (Thomas, 2003)來建立資料分析的信效度。參考 Lombard, Snyder-Duch,& Bracken (2005)的分析程序，由研究小組成員之一根據原始紀錄，比對前 20%資料的分類，發現分編者間的一致性為 91.4%。最後再將分析結果交由參與教學實驗，同時也是受訪對象的兩位教師，確認資料分析與呈現是否適合，更重要的是，檢視資料結果的詮釋是否適合 (Hoepfl,1997)。

此外，對於研究發現的可信度方面，則以不同的資料來源，包括網站上的活動紀錄(留言板發言內容、線上繪圖板的塗鴉作品、線上繪圖板的討論內容)、學生訪談、以及教師訪談，進行三角檢證，檢查其結果是否一致。反面事例的尋找及檢核，則用以考驗及強化研究發現的立論(Bowen, 2005; Bitsch, 2005)。茲將用以三角檢證的資料來源與分析技術，表列如下。

表 5 本研究資料來源與分析方法

內容	來源	分析技術
1.網路留言板內容	網站紀錄	歸納式分析
2.線上繪圖板作品	網站紀錄	共識評量技術
3.線上繪圖板討論內容	網站紀錄	歸納式分析
4.教師訪談	半開放訪談	歸納式分析
5.學生訪談	半開放訪談	歸納式分析

肆、資料分析與討論

本研究將學生訪談、教師訪談、以及網頁留言討論資料，進行統整、比較、與對照，來進一步瞭解學生在各個活動階段的創造性聚斂性與擴散性認知活動歷程。以下即依本研究前述「Web-based CPS 活動過程的觀察重點」分項敘述如次。

(一)描述混亂狀況【情境動畫、動動腦、暢談舊經驗】

透過多媒體的動畫，呈現出問題的情境，可以引起學習的動機，能讓學生對學習主題產生興趣，並促進學效果，學生的正面反應幾乎達 100%。這些表現包括「好好玩喔、好多車喔、車子多到疊在一起了」(林師)等的學生反應。而討論區也可以引起學生更多互動的興趣，有正面評價的學生約三到四成。這些表現包

括「學生在操作討論區時，興致通常很高昂，有時會難以控制場面……表現出躍躍欲試的情緒」(莊師)。詳見表 6。學生在擴散性思考的相關表現包括：

1. 可以從動畫中發現造型、漂亮、製作步驟等，多項製作重點。「能夠讓我更了解電動車的造型、與經驗，讓我把完美的電動車做好，不僅是這樣而已，還有其他的步驟也要做好」(婉汝)。「能夠讓我想到自己更了解怎樣把車做好，而且能把它做好，也能做的漂亮」(雅萍)。「老師給我們的電動汽車和操做,讓我領悟到很多,畫面也激盪了我做電動車的方法及經驗」(捷瑀)。但是也僅止於「製作得快的、與眾不同的電動車」的概念，較難從畫面中，更清楚(深入)瞭解與分析問題，就如實驗教師指出，「會從畫面中提出問題發問的，相當少數」(莊師)。在網頁的留言板中，也出現「小明沒有裝飾，所以不知道是誰的」(雅芳)、「動力車的輪子要很平滑才能跑很快吧」(留言板，佩雅)、「車殼：設計小一點會比較快，車頭尖的會比較快，因為不會受到風的影響」(留言板，靜宜)等相類似的討論內容。
2. 學生可以從討論區當中，看到其他人不同的期待與想法。這些特徵出現在「做得跟別人不一樣就好了、寫上名字或貼上姓名貼紙」(林師)。例如「車殼可以用保麗容，它可以在水面上游泳喔」(留言板，海媛)！「我喜歡賽車」(留言板，茹涵)等。
3. 曾做過電動車的小朋友不多，能適當提出經驗的少之又少。「多數人沒做過，但都有看過電動車，都期許自己能做出不錯的作品；有做過的小朋友是做配置好的材料包，或是拆卸現成的玩具」(林師)，例如「我從來沒有做過電動車希望能做一部又快的車子」(留言板，茹涵)。少數有經驗的如「我以前幼稚園時好像做過電動車耶」(留言板，念念)。因此，在網路化的創造性問題解決活動中，可能必須將問題的範疇定位在學生已經歷過的經驗當中，以便學生可以有充份的舊經驗作為發展創意的基礎。另一方面，這也呈現出國小學生對於科技活動經驗，以及實地設計製作的經驗相當缺

乏。

學生在聚斂性思考的相關表現包括：

1. 瞭解最重要的問題癥結在那裏。學生最能了解製作的重點之一就是製作的獨創性，例如「我發現車子都長的一樣。我能自己認出自己的車子」(林師)。此外，也有學生找到不同的重要癥結，「重要的是馬達要和齒輪卡在一起，輪子才會動。你的輪子可以，後面大前面小，也會跑的很快」(玫好)。「做電動車時要考慮車身的大小,以及重量」(建霖)。「果把車輪用平滑的速度愈快」(留言板，茹涵)。
2. 學生對於性能及製作可行性，相當重視。「大多數的學生會問一個問題就是，老師，我可以這樣做嗎？我可以那樣做嗎？通常我會跟學生說，你們可以試試看，真的不行的話，老師再幫你們想辦法」(莊師)。
3. 瞭解那些舊經驗是重要的，應該參考的。如上所述，有實作經驗的學生為數甚少，但是對於有相關經驗的學生而言，卻很能將該經驗加以轉換與應用，例如「清楚潛水艇的組裝讓我做動力車的時候很有幫助」(柏弘)。

表 6 「描述混亂狀況」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
1. 描述混亂狀況	1-1 多媒體畫面觸動 1-2 討論區學生的舊經驗	1.可以從動畫中發現造型、漂亮、製作步驟等，多項製作重點。 2.可以從討論區當中，看到其他人不同的期待與想法。 3.曾做過電動車的小朋友不多，能適當提出經驗的少之又少。	1.瞭解最重要的問題癥結在那裏。 2.對於性能及製作可行性，相當重視。 3.瞭解那些舊經驗是重要的，應該參考的。

(二) 蒐集資料【暢談舊經驗、常用連結、動畫教學、新知識分享】

在創造性問題解決的「資料蒐集」階段中，本研究提供動畫教學(效果回應約九成)、網站資源(效果回應約七成，但也有三成負面回應)、以及新知分享(效果回

應約七成)三項機制。希望學生從動畫教學中，有效學習專業知識；從網站資源中，廣泛尋找資源；更在分享區裏分享新知。詳見表 7。根據教師的回饋訊息，學生在擴散性思考的相關表現包括：

1. 部份學生已能注意到不完整的細節(應該加以改進的地方)，例如「車殼沒辦法做的很堅固」(柏弘)。
2. 學生對其他資料的主動蒐尋情形，不甚踴躍。部份認真的學生，會認真地點選連結，例如「有好多車子的網站 好有趣，我覺得有這些連結網站 讓我可以獲得更多車的知識」(留言版，昀瑾)。但是有更多學生未認真地點選連結，「老師沒有要求，以致能自動連結瀏覽的小朋友不多」(林師)。學生也指出，「我沒有連上去看，因為我想玩遊戲」(柏弘)。此外，也有人因為部份資源網站點不出來而放棄繼續點選(婉汝、雅萍)。因此，對於上網蒐集資料的學習活動，除了分享與討論的機制之外，仍需要加強其他的激勵措施，例如獎勵或建立學習檔案 (portfolio) 的小組競賽。
3. 新知分享的情形欠佳，一方面是主動尋知的表現較差，另一方面，新知分享的知能也較欠缺。教師(林師)指出，「連結的小朋友不多，相對影響提出的討論內容……沒連結的小朋友就沒上去做討論」。因此，對於國小學生而言，在網路上主動蒐尋新知以及分享知識的能力與態度，都有待加強。
4. 大家大多抱持相同的看法與認知，並無較為新穎的想法(林師)。

學生在聚斂性思考的相關表現包括：

1. 對專業知識的動畫教學，會認真地逐一點選觀看。教師(林師)認為，「對動畫教學，學生充滿期待，能一一點選畫面。學生會觀察畫面連結處，並自己點選……能從中了解構成電動車要素，以及相關電的知識」(林師)。學生也認為，「我可以從網路學習中得到知識，可以讓我更專心」(江岳)。「會變的更專心、仔細，因為這是最喜歡的興趣」(玫妤)。

2. 學生會上網尋找資料，而且偏向可行性、製作要領的相關知識，並非創新性或新奇性的資訊，例如「大多數會去尋找軌道車模型的網站」(莊師)。
3. 能歸納新知討論的結果。「齒輪要大和小」(江岳)。「電線要裝好才會跑」(柏弘)。「馬達要擺正確才行，如果沒有擺好的話車輪會不能動」(婉汝)。「如果馬達熱熱的，就要讓他休息，不然馬達會燒掉」(玟妤)。「因為馬達和電池連接在一起放在車子裡就會跑」(雅萍)。「這些東西既有創意、好玩、有科學性、讓我感到好奇、所以、我學到ㄌ很多!向賽車因為是要比快的 所以它的車輪表面較平滑 登山車是要登山越嶺 所以它的車輪表面較粗糙.....等」(留言板，可佳)

表 7 「蒐集資料」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
2. 蒐集資料	2-1 從動畫教學中，有效學習專業知識	1. 部份學生已能注意到不完整的細節	1. 對專業知識的動畫教學，會認真地逐一點選觀看
	2-2 從網站資源中，廣泛尋找資源	2. 學生對其他資料的主動蒐尋情形，不甚踴躍	2. 學生會上網尋找資料，而且偏向可行性、製作要領的相關知識
	2-3 分享區裏分享新知	3. 新知分享(主動尋知及新知分享)的知能欠缺 4. 無較為新穎的想法	3. 能歸納新知討論的結果。

(三) 發現問題【發現問題】

學生會從多種方向去發現問題，正面回應約有九成，詳見表 8。在擴散思考的部分包括：

經過適當的引導，學生可以瞭解相關的問題與方向。尤其「老師參考網站另行補充做補救教學，學生大致了解相關問題。例如補充教師手冊資料，營造學生相關疑問：車體輕重，輪胎光滑與否、大小，電池的接法與數量…等」(林師)。而學生也從很多不同的角度來發現問題，例如輪子要硬一點(江岳)、輪子的大小(柏弘)、車殼如果太重的話，車子會跑不動，凡而會跑很慢(玟妤)、車殼要怎麼裝才好(雅萍)。

表 8 「發現問題」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
3. 發現問題	3-1 提供思考問題的方向(向度)	1. 經過適當的引導，學生可以瞭解相關的問題與方向	

(四) 引導分析【引導分析、留言板】

在本階段中，網站引導學生、提供學生思考問題的方向(向度)(正面回應約五成)，但在問題核心討論方面，則只有三成左右的正面回應，詳見表 9。在擴散思考的部分包括：

1. 小朋友能提出他們自己的看法，並得到多數小朋友的認同，例如「1.車子要輕、2.輪子光滑、3.輪子圓形、大小一樣、子要有獨特的造型才夠拉風」等(林師)。
2. 其他小朋友提出的不同想法(多種問題核心)，能讓大家作為思考測試的方向。例如「1.輪子要粗糙、2.前輪小後輪大」(林師)。「確實，透過網站的學習，學生比較能進入狀況，也比較能切中問題核心發問問題」(莊師)。

「老師讓我們上網畫電動車的模型」(哲明)。

也就是說，學生會在網站上面提出各自的問題，在看過他人的想法後，也會有人提出不一樣的看法，但是比較少進行互動與討論。

在聚斂思考的層面，主要在具體地指出問題，以及將問題核心加以彙整與統整。在具體指出問題方面，學生可以將問題具體化，並嘗試提出解決的重點，屬於「know How」的部份。例如，「能讓學生緊抓問題所在，做起電動車更能得心應手」(林師)。齒輪如何組裝的方法(江岳)。輪子的構造有大小的隙縫，能夠提高抓地力(柏弘)。我遇到的問題是馬達(婉汝)。

而對主要問題的統整，也有部份學生提出「馬達和齒輪的轉動方法」(婉汝)的統整結果。換句話說，學生會個別地指出重要的問題，但比較不會將問題加以彙集，做成統整的、完整的結論。

表 9 「引導分析」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
4. 引導分析	4-1 提供思考線索 4-2 問題核心的討論	1.會在網站上面提出個自的問題 2.在看過他人的想法後，也會有人提出不一樣的想法，但是比較少進行互動與討論	1.可以將問題具體化，並嘗試提出解決重點，屬於「know How」的部份 2.會個別地指出重要的問題，但比較不會將問題加以彙集，做成統整的、完整的結論

(五) 構思【創意構思練習、創意構思留言版】

創意練習介面有助於創意思考技術的熟練，正面回應接近 100%，詳見表 10。

在擴散思考方面，包括以下發現：

1. 專心操作練習介面。「學生對模擬式創意練習系統的操作，十分感興趣」(林師)。
2. 大多都能提出自己創意的看法與意見。「並能嘗試不同造型，反覆操作」(林師)。例如「正方體的車身，長耳朵，前輪後輪一樣大，用紙做造型」(留言板，淑萍)。但也有部份學生沒有提出自己的構想，「因為我自己也不知道」(江岳)。可見學生對於創意思考的技巧，仍不甚熟悉，如果能將動畫模擬的創意技法，再增加創思技法的種類，以及增加練習的次數，從質與量一併增強，應該會有助於創意激盪的效果。但是，也有學生未能將構想表達出來，「我沒有提出想法，但我的頭腦有很多想法」(晶菁)，主要是因為在學校上網時間不夠，而回到家中，家長不贊成她使用網路的關係。
3. 學生較能使用比喻的創意思考方法，「能用其他形體作為電動車外型的比喻，並詳細描述，例如蠍子、南瓜、包子……」(林師)。例如「正方形的體型，有很毒的蠍子但是很可愛喔，還有排器官，....很帥吧」(留言板，偉瑄)。

聚斂思考方面著重於構想的可行性，有學生指出，構想可行性較低，因為「材

料不夠」(雅萍)、「因為材料不夠用」(玫妤)。也有學生認為「過於複雜」(江岳)，因此可行性較低。「加蓋車子的屋頂，可是不能太重不然車子會跑不快」(哲明)。此外，學生所提的構想，會以創意及性能為主。但是在整個實作過程中，會有逐步的修正，逐漸趨向可行性較高的構想。例如「學生在實作過程中會知道車子要跑的快需要提高摩擦力，所以在輪子的材質上就會使用比較多元的材質來做改善，學生也會發現，車子要跑的快並不一定一味地減輕車子重量，相反的，有時候要加重車子的重量」(莊師)。

也有學生認為可以顧及可行性，因為「畫的比較簡單」(婉汝)。基本上，如果為了可行性，而簡化設計，或降低設計的創意，將可能損失創意程度，也不是教學活動的目的。因此，本階段宜適度降低聚斂性思考。

表 10 「構思」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
5. 構思	5-1 提供創意設計的練習機會 5-2 提出創意點子	1. 專心操作練習介面。 2. 大多都能提出自己創意的看法與意見。 3. 學生較能使用比喻的創意思考方法	1. 聚斂思考方面著重於構想的可行性 2. 會為了可行性，而簡化設計，或降低設計的創意

(六) 評選方案【評選討論】

「評選的討論」會有助於創意設計作品的完成(正面回應達九成)，詳見表 10-1。在擴散思考方面，學生花在討論構想的時間，遠低於思考設計上面。誠如莊師指出，「學生在設計上的確花了很多時間，有時候會陷入位設計而設計的迷思，而這樣的結果會導致最後無法在規定的時間如期完成，造成雷聲大雨點小的結果，原因出在於，學生也是有課業的壓力，無法全新的投入所有的時間製作電動車」。

更確切地說，國小學生對於方案評選的討論，較少有明確的進行時段，反而與後續的設計階段，融合在一起。「在做電動車時,想的時間會比較久, 不過做的就比較豐富」(捷瑀)。「設計車子造形時,我會上網參考,讓自己的作品更豐富」(建霖)。

此外，也有學生會思考不同方向的需求度來評選與設計。「小朋友會根據資料

中的評定標準審慎考量三張作品中哪張作品勝出」(林師)。

在聚斂思考方面，主觀偏好及材料取得為主要考量。例如「大多都會以自己喜歡的角度，和材料的取得度為主」(林師)。

表 10-1 「評選方案」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
6. 評選方案	6-1 充份地討論 評選構想	1.花在討論構想的時間， 遠低於思考設計上面 2.評選作為與後續的設 計，融合在一起	1.主觀偏好及材料取得為 主要考量

(七) 方案形成【方案形成】

有助於外形的創意設計，是本階段正面回應最好的項目，見表 10-2。在線上繪圖板與討論中，學生的設計圖越來越精緻，「有些設計圖中，可以看得出車體的結構性」(林師)。學生也「會花較多的時間在設計圖像造型上，繪畫較為精美、仔細」(林師)。此，在擴散思考方面包括：

1. 小朋友繪畫的內容不一，圖像的設計不大會影響他們的創作。但是電腦繪圖工具(例如現成的南瓜圖樣)會影響學生的設計，「學生常會遷就現成的圖樣工具，而不是自行使用筆刷工具來創作」(林師)。
2. 他人設計作品會激發自己不同的構想。學生看到別人的作品就會生出「喔！原來這樣也可以」的感覺，就會勇於創作。「他人設計作品會正面影響自己的設計嗎？會，因為他想到的我沒想到」(柏弘)。「其他人的作品有激發我自己不同的想法」(晶菁)。「有，我先將其他人的作品全部綜合起來，並找出最合適的造形，且最特別、最快的當作我參考的來源」(建霖)。
3. 也有些學生不喜歡參考他人的構想，寧可自己從頭構思，例如「要相信自己做的東西，不要老是靠別人」(玫妤)。「因為別人的普通」(雅萍)。「不會，因為我想朝自己的目標做」(江岳)。和前一項結果比較後發現，學生的創新可能是來自於不斷修正與激盪的結果，也可能是純粹自發性的創意表現，這是兩種不同的創意模式，至於哪一類學生適合用哪一種創意模式，則有待進一步研究。

在聚斂思考方面，包括：

1. 多數者都依據教師提供的材料為設計方向，較少數同學會依據家中的物品來設計。「提出的材料，具有可行性(易取得.易加工.便宜)? 有，因為老師提供材料」(江岳)。「我的作品材料幾乎都是老師發的」(晶菁)。
2. 材料會因不好收集而受限(林師)。「在材料方面，大多數的學生會利用教室的資源回收物來製作，當然有些學生會到玩具店購買軌道車零件」(莊師)。

表 10-2 「方案形成」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
7. 方案形成	7-1 外形的設計 7-2 製作方法的討論	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小朋友繪畫的內容不一，圖像的設計不大會影響他們的創作 2. 他人設計作品會激發自己不同的構想 3. 也有些學生不喜歡參考他人的構想，寧可自己從頭構思 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多數者都依據教師提供的材料為設計方向，較少數同學會依據家中的物品來設計 2. 會因不好收集材料而受限

(八) 製作與發表【線上作品欣賞、討論及心得發表】

創意效果正面回應最好的項目，是「發現自己作品最成功與最弱的地方」，見表 10-3。在擴散性思考方面：

1. 學生可以從他人作品中，發現他人不同的創意。「學生大多能給予具有創意作品的回饋，但大多只是單純以美、醜來做評論」(林師)。「學生所提出的其他心得或評論包括 1.可以攻擊別人車子的造型、2.貼上可愛的貼紙、3.做專屬自己的車牌號碼、4.可以隨時換裝電池或檢閱馬達的機動車殼、5.為減輕重量，用棉花來代替車殼」(林師)。「大多數的學生都能發現自己作品的優缺點，也能體會並學習別人的優點，當然，最後會將它變成自己的。不過，因為個人差異，有些模仿其他小朋友作品的會變的有些不倫不類」(莊師)。

2. 學生可以找出自己作品的多個、不同的(獨特的)優缺點。「我的作品有很多缺點,但經由我的努力思考,後來找出了缺點,並改善過來了」(晶菁)。「我發現自己作品的多個優缺點:優點是很帥;缺點是不堅固,車殼會飛」(柏弘)。「發現他人不同的創意:「有,有四輪傳動的」(玫妤)。「別人作品的優點是有加棉花」(柏弘)。

在聚斂思考方面包括:

1. 在製作過程中,學生遇到問題時,並不會上網探究,他們直接和班上同學討論。主要原因是「1.製作時機都在班上製作,並沒有接觸電腦。2.小朋友怕麻煩」(林師)。「會上網討論製作過程中遇到的問題?很麻煩,和同學講就好了」(雅萍)。
2. 在測試過程中,會尋求同學或老師的幫助,來讓電動車的運轉更順或更快速的方法。「例如,1.不知道如何裝設齒輪和馬達,更不清楚發下瓦楞版的特殊用意,須由老師指導。2.輪子無法轉動的原因,摩擦力不夠,加上砂紙或改換現成玩具塑膠輪胎。3.齒輪沒接合,大小沒配好。4.齒輪和同學互換光,沒有能帶動輪子跑的。5.黏膠不夠牢固,熱熔膠遇到馬達過熱會融解脫落,改以保麗龍膠代替。6.車身會偏,輪子大小不一或車體重量(馬達和電池擺放位置)不平均」(林師)。
3. 學生會上網討論,但是因設備與時間關係,無法達到充份互動。「發現作品有缺點時,我會問問其他人要如何改善或想法,並改善過來」(建霖)。「上網討論的學生會有,但畢竟學生能上網的時間不多,所以大多還是會在課堂上(本實驗課程),或是其他課程的下課時間討論」(莊師)。
4. 學生可以清楚地瞭解自己作品的最大優點與最大缺點。「優點是有用心做,缺點是跑不快」(玫妤)。「優點:跑的比較快,外型有創意,缺點:珍珠版容易壞掉」(捷瑀)。「優點是跑的很快;缺點是電線很容易就掉了」(子賢)。
5. 學生會討論分享進一步改善創意的的方法。包括「可以設計車殼的造型」(柏

弘)、「有和同學討論車殼的組裝」(婉汝)、「我和同學分享怎麼組裝車子」(雅萍)、「是討論怎麼跑會比較快」(玫妤)。但是這些創意的產生，多半只是 one-shot 的單一創意，不是從多個點子中，產生出來最佳化的創意點子。

表 10-3 「製作與發表」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
8. 製作與發表	8-1 製作 8-2 網上作品展示 8-3 欣賞 8-4 針對創意設計的討論	1. 學生可以從他人作品中，發現他人不同的創意 2. 學生可以找出自己作品的多個、不同的(獨特的)優缺點	1. 在製作過程中，學生遇到問題時，並不會上網探究，他們直接和班上同學討論 2. 在測試過程中，會尋求同學或老師的幫助 3. 學生會上網討論，但是因設備與時間關係，無法達到充份互動 4. 學生可以清楚地瞭解自己作品的最大優點與最大缺點 5. 學生會討論分享進一步改善創意的的方法

伍、結論與建議

一、研究結論

本研究透過創造力導向的網路化問題解決教學活動，來分析學生在創意過程中的思考歷程。茲依研究目的，將主要的研究結果說明如下：

(一)學生在活動各階段的創造思考表現特性

以下依八大活動階段，將學生在各階段的創意活動之聚斂思考與擴散思考表現特性，描述如下：

1.描述混亂狀況中，具廣泛發現的能力

擴散思考方面，在動畫中，可以發現造型、漂亮、製作步驟等，多項製作重點。聚斂思考方面則是瞭解那些舊經驗是重要的。在多媒體的畫面的觸動之下，

確實可以引發學生注意到更多元的問題所在，這點與Cular、Joseph和Bhethanabotla (2007) 的研究結果是一致的。

2.蒐集資料中，能注意到問題，並歸納新知

擴散思考方面是已能注意到不完整的細節(應該加以改進的地方)。聚斂思考方面是能歸納新知討論的結果。

3.發現問題階段，需要教師的引導

擴散思考方面是，經過適當的引導，學生可以瞭解相關(多方向)的問題核心與方向。也就是說，本研究的四年級學生在網路化問題解決活動中，對問題掌握與表徵等關鍵能力上面(Chang, 2002；李咏吟，1998；張俊彥，2006)，較為薄弱，這也是後續在發展平台或教師教學時，所應注意的地方。

4.引導分析階段，能循線思考，但集中在實作問題

擴散思考方面為，所提出的不同想法(多種問題核心)，能讓大家作為思考測試的方向。聚斂思考方面為可以將問題具體化，並嘗試提出解決的重點，屬於「know How」的部份。在這方面的結果，並非完全如學者(Shadinger, 2004；李乙明及李淑貞譯，2005)所提到的，豐富生活與實際經驗，以利其記憶取回，產生創意，而是學生對科技實作(材料應用與工具操作)的經驗不足，以及好奇心趨使，所以引起較多的討論。

5.構思階段習慣於使用比喻式的創意思考技術

擴散思考方面是，較能使用比喻的創意思考方法，提出自己創意的看法與意見。聚斂思考方面則是思考方面著重於構想的可行性。較常應用在網路學習環境的創思技術包括腦力激盪、SCAMPER、以及隱喻類推技術(Clemons,2005)，本研究的國小學生較習慣於使用比喻式的技術，可能和認知發展有關。

6.評選方案常以主觀喜好和材料的取得度為主要考量

擴散思考方面是，花在討論構想的時間，遠低於思考設計上面。聚斂思考方面是，多以主觀喜好和材料的取得度為主要考量。

7.方案形成有自創與參考兩種創意模式

擴散思考方面為，他人設計作品會激發自己不同的構想，但是也有些學生不喜歡參考他人的構想，寧可自己從頭構思。聚斂思考方面為多數人以教師提供的材料為設計方向。創意技術雖有與多種類(沈翠蓮，2005)，概可分為始創性創意

以及延伸性創意，在網路環境中，學生很容易看到其它學生的創意，因此，造成延伸性創意明顯較多。

8.製作與發表較少創意互動

擴散思考方面為，可以從自己及他人作品中，發現不同的創意所在。聚斂思考方面則是，在製作過程中，學生遇到實作及設計問題時，並不會上網探究，他們直接和班上同學討論。互動性高是網路化學習的重要特性(Bhattacharya, 2004)，也是網路創意激發的重要成份(Wheeler, Waite, & Bromfield, 2002)，但本研究的學生並未有充份的創意互動，除了影音即時互動機制不足外，學生不習慣創意互動，可能也是其主因之一。

(二)、學生在活動各階段的創造思考困擾

在整體創意活動中，會出現若干阻礙創意活動的狀況：

1.實作經驗與生活經驗太少

曾做過電動車的小朋友不多，能適當提出經驗的少之又少。就如多位學者(Shadinger, 2004；李乙明及李淑貞譯，2005)所強調，個體經驗對創造力的重要，而網路又可以在實務情境的體驗作適度補強(Wheeler, Waite & Bromfield, 2002)，對國小學童來說，更具以其意義與必要性。

2.蒐集資料的主動多方蒐尋及新知分享能力較差

上網尋找資料，偏向可行性、製作要領的相關知識，並非創新性或新奇性的資訊。

3.引導分析階段，比較不會將問題加以彙集，做成統整的、完整的結論。

4.方案形成會因材料不易收集或可行性低而放棄構想

本研究結果除了受個體成長發展的影響(Hui & Lau, 2006)之外，也印證了網路化過度虛擬，導致具體感官經驗的薄弱(LaPorte, 2001)，限制科技實作創意的發展，確為值得注意的課題。

5.製作與發表中，會因設備與時間關係，無法達到充份互動。

二、教學之建議

本研究根據研究的結果，針對國小網路化情境的科技創造力教學，提出教學建議如下：

1.強化學生的科技活動經驗，以及實地設計製作的經驗

研究發現，國小學生對於科技活動經驗，以及實地設計製作的經驗相當缺乏。因此，在網路化的創造性問題解決活動中，必須將問題的範疇定位在學生已經歷過的經驗當中，以便學生可以有充份的舊經驗作為發展創意的基礎。另一方面，國內中小學相關課程應該加強「設計與製作」的實作教學，以提供學生更多經驗的基礎。

2.提升學生主動上網蒐尋新知與分享的能力

對於本研究參與實驗的國小學生而言，在網路上主動蒐尋新知以及分享知識的能力與態度，都有待加強。在網路化問題解決活動中，教師應透過有效的激勵措施，誘導學生吸收網路知識。另一方面，其他各學科或領域教學，也應該在資訊融入方面，強化學生主動求知的態度與知能，以利創意專業基礎知能的建立。

3.加強創思技術的運用能力

學生對於創意思考的技巧，仍不甚熟悉，如果能將動畫模擬的創意技法，再增加創思技法的種類，以及增加練習的次數，從質與量一併增強，會有助於創意激盪的效果。另外，學生會為了顧及可行性而簡化設計，或降低設計的創意，而損失創意程度。因此，本階段宜適度降低聚斂性思考。並且透過教師的協助與鷹架的搭建，協助學生克服技術性的障礙，俾利學生創意的發揮。

4.尊重並發展學生多元化的創意激發策略

在創意方案形成階段中發現，學生的創新可能是來自於不斷修正與激盪的結果，也可能是純粹自發性的創意表現，這是兩種不同的創意模式。教師應該同時教導並鼓勵學生利用適合自己的創意模式，來進行創意設計與製作。

5.鼓勵互動式創意激發活動

本研究在創意發表階段中發現，在網路化問題解決活動中，學生會討論分享進一步改善創意的的方法，但是這些創意的產生，多半只是one-shot的單一創意，不是從多個點子中，產生出來最佳化的創意點子。根據創意U形理論來看，中高年級學生受外在影響逐漸明顯之際，固然應積極鼓勵個人創意的發揮，但更應引導學生進行團隊式或互動式的創意激發歷程，以利學生在社會情境中的創意表現。

三、後續研究之建議

本研究以國小四年級的「創意電動車設計與製作」為教材範圍，透過教學實驗，深入瞭解學生的創意思考歷程。本研究發現學生能在網頁介面中，充份練習

創意思考技法，提出個人獨特的創意，但是較少創意互動。如何透過激勵或情境的設計，來提高學生的創意互動，是值得進一步探討的問題。

再者，本研究也發現，學生的創意類型概可分為延伸型與原創型兩種。應如何針對學生的創造類型，來設計適合網路情境或機制，以因應學生的創造特質與需要，也將是另一個重要的研究課題。

最後，本研究以立意抽樣方式，選取創意表現較優秀的學生，作為訪談的對象，未將創意表現較弱的學生也一併納入考量，深入瞭解其困難，並尋求解決與改善之道，是後續研究值得努力的地方。

參考文獻

- 王春展(1997)。專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啓示。**教育研究資訊**，5(2)，80-92。
- 吳芝儀及李奉儒譯(1995)。**質的評鑑與研究**。台北：桂冠。
- 李乙明及李淑貞譯(2005)。**創造力**。台北：五南。
- 李咏吟(1998)。**認知教學理論與策略**。台北：心理。
- 沈翠蓮(2005)。**創意原理與設計**。台北：五南。
- 張玉山(2006)。**透過網路化的生活科技創新課程培養國小學生創造力之研究－問題解決活動**。行政院國科會委託研究。
- 張俊彥(2006)。**認知、心理、語言與科學數位學習之整合型研究－數位學習環境中學生之科學問題解決能力的探討(3/3)**。行政院國科會委託研究。
- 郭美辰(2002)。**問題解決教學策略應用於教學網路之研究－以大學「微處理機」課程為例**。彰化師範大學碩士論文，未出版。
- 陳李綢及郭妙雪(1998)。**教育心理學**。台北：五南。
- 溫嘉榮（1999）。**離島及偏遠地區教師遠距教學課程手冊**。國立高雄師範大學的網際大學。高雄市。
- 劉佩雲及簡馨瑩譯（2003）。**問題解決的教與學**。台北：高等教育出版。
- Amabile, T. (1996). *Creativity in context: update to the social psychology of creativity*. Boulder, Co: Westview Press.

- Baer, J., Kaufman, J. C., & Gentile, C. A. (2004). Extension of the consensual assessment technique to nonparallel creative products. *Creativity Research Journal*, 16(1), 113-117.
- Bhattacharya, M. (2004). *International Conference on Computers in Education 2004*. Retrieved July 30, 2005 from http://plum.yuntech.edu.tw/icce2004/Theme3/063_Bhattacharya.pdf
- Bitsch, V. (2005). Qualitative research: A grounded theory example and evaluation criteria. *Journal of Agribusiness*, 23 (1), 75-91.
- Bowen, G. A. (2006). Grounded theory and sensitizing concepts. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(3). Retrieved July 25, 2008 from http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/5_3/PDF/bowen.pdf.
- Chang, C.Y.(2002). An exploratory study on students' problem-solving ability in earth science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 441-451.
- Clemons, S. A. (2005). Encouraging creativity in online courses. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(1). Retrieved July 24, 2008 from http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article05.htm
- Cular, S., Joseph, B., & Bhethanabotla, V. (2007). *Welcome to the chemical engineering web based problem session*. Retrieved June 30, 2007 from <http://www.eng.usf.edu/~cular/interactive/index.html>
- Cyert, R. (1980). Problem solving and educational policy. In D. Tuma & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: theory, research and application*. Cambridge: MIT Press.
- Gagne, E. D. (1985). *The cognitive psychology of learning*. Boston, MA: Little, Brown & Company.
- Hackbarth, S. (1997). Integrating Web-based learning activities into school curriculums. *Educational Technology*, 37(3), 59-69.
- Hoepfl, M. C. (1997). Choosing Qualitative Research: A Primer for Technology Education Researchers. *Journal of Technology Education*, 9(1). Retrieved June 30, 2007 from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v9n1/hoepfl.html>
- Hui, A. & Lau, S. (2006). Drama education: a touch of the creative mind and communicative-expressive ability of elementary school children in Hong Kong.

Thinking Skills and Creativity, 1(1), 34-40.

Hunt, E. (1994). Problem solving. In R. Sternberg (Ed.), *Thinking and problem solving* (pp. 215- 232). New York: Academic Press.

Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. (1984). *Creative problem solving: The basic course*. Buffalo, NY: Bearly Limited

Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. (2004). Celebrating 50 years of reflective practice: Versions of creative problem solving. *Journal of Creative Behavior*, 38(2).

Retrieved October 28, 2006 from

<http://www.cpsb.com/resources/downloads/public/Celebrating%2050%20Isak-Treff.pdf>

Kelly, R.R. (2007). *Web-based guided practice to improve math word problem solving*. Retrieved June 30, 2007 from

<http://www.rit.edu/~techsym/cgi-bin/abstract.cgi?M10C&Ronald+R.+Kelly&Web-based+Guided+Practice+to+Improve+Math+Word+Problem+Solving>

Laporte, J. (2001). Applied latin and a caveat on virtual problem solving. *Journal of Technology Education*, 13(1),2-4. Retrieved June 30, 2007 from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v13n1/pdf/JTEv13n1.pdf>

Lombard, M., Snyder-Duch, J.,& Bracken C. C. (2005). *Practical resources for assessing and reporting intercoder reliability in content analysis research projects*. Retrieved June 30, 2007 from <http://www.temple.edu/sct/mmc/reliability/#What%20is%20intercoder%20reliability>

Markham, T. & Lenz, B. (2002). Ready for the world. *Educational Leadership*, 59, 76-80.

Polya, (1973). *How to solve it (2nd ed.)*. NY: Double day.

Seidman, I. E. (1991). *Interviewing as qualitative research*. New York: Teachers College Press.

Shadinger, T.V. (2004). *Optimization of creativity: the roles of processes and components*. Unpublished doctoral dissertation. Tuscaloosa, Alabama: The University of Alabama.

- Stanish, B. & Eberle, B. (1997). *Be a problem-solver: A resource book for teaching creative problem-solving*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 405-273).
- Thomas, D. R. (2003). *A general inductive approach for qualitative data analysis*. Retrieved July 25, 2008 from <http://www.health.auckland.ac.nz/hrmas/resources/Inductive2003.pdf>.
- Visser, Y. L. (2003). *The effect of problem-based and lecture-based instructional strategies on learning problem solving performance, problem solving processes, and attitudes*. Unpublished doctoral dissertation. Florida: Florida State University.
- Weerawarana, S., Houstis, E. N., & Rice, J. R. (2007). *WWW//ELLPACK: A web based problem solving environment for partial differential equations*. Retrieved June 30, 2007 from <http://www.cs.purdue.edu/research/wwwellpack.html>
- Wheeler, S., Bromfield, C. A., & Waite, S. J. (2001). *Promoting creative thinking through the use of web based learning resources*. Retrieved August 30, 2005 from <http://rilw.emp.paed.uni-muenchen.de/2001/abstracts/wheeler.html>